



CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN EN UN TALUD DE TAGANANA MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE (TENERIFE)

J. Yepes Temiño (1), J. Pérez Lentini (2), F. Toscano (3), M. Martín Betancor (3), S. Marchesini (4, 5), S. Leyva (6)

- (1) Dpto. de Ingeniería Civil. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. jyepes@dic.ulpgc.es
- (2) Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. javierlentini@gmail.com
- (3) Dpto. de Cartografía. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. ftoscano@dcegi.ulpgc.es, mmartin@dcegi.ulpgc.es
- (4) Laboratorio de Hormigones Tierras y Asfaltos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. sarasclera@gmail.com
- (5) Dipartimento di Ingegneria Edile, Università Politecnica delle Marche, Ancona.
- (6) Servicio de Conservación de Carreteras, Cabildo Insular de Tenerife. sergiolc@tenerife.es

Abstract (Quantification of slope erosion of Taganana using terrestrial Photogrammetry, Tenerife): This paper provides an assessment of the potential of terrestrial photogrammetry to calculate erosion associated with surface runoff on hillsides near roads during recent periods. To do this we choose a road embankment located in a valley with hills which have developed abundant grooves erosion. The accuracy of the surveying tool is evident in the evaluation of small hillsides, but is impractical for the study of large hillsides with significant slopes, in which are unknown initial parameters of the topography.

Palabras clave: Erosión, Modelo Digital de Elevación, Fotogrametría terrestre.

Key words: Erosion, Modelo Digital de Elevación, terrestrial photogrammetry.

INTRODUCCIÓN

El estudio realizado pretende aplicar la técnica de la fotogrametría terrestre al cálculo de la erosión de laderas naturales y taludes carreteros, durante la época reciente (Cardenal et al., 2008). La ladera escogida para el estudio piloto se localiza en la carretera TF-134 PK 6, situado en las inmediaciones de la población de Taganana, en el NE de la isla de

Tenerife (Figura 1). La ladera define un continuo con el talud carretero y se desarrolla sobre unos derrubios de ladera formados por una grava gruesa heterométrica, que recubre parcialmente una roca basáltica muy alterada y fracturada. Este material resulta fácil de erosionar. En el entorno se observan numerosos surcos y regueros erosivos en diferente estadio de evolución.



Fig. 1: Ladera y talud estudiados

METODOLOGÍA

El procedimiento seguido para el cálculo de la erosión del talud se dividió en dos pasos: la toma de datos en campo y su procesamiento en gabinete. En campo se preseñalizó el talud mediante técnicas de topografía clásica (Schlöelhofer, 1989) y se fotografió. En gabinete se realizó la fotorestitución mediante la aplicación Photomodeler Scanner-2011, con la que se obtuvo el curvado del talud (Nick

2010). A continuación, se generaron los modelos digitales de elevación del talud actual y del talud de proyecto y se realizó el cálculo del volumen erosionado con la aplicación ArcGis.

La preseñalización se realizó a partir de 12 puntos de apoyo georreferenciados y distribuidos aleatoriamente por el talud, de tal manera que permitieron el escalado y orientación de los modelos generados. Los puntos fueron georreferenciados en

coordenadas UTM, para lo cual se generó una red de apoyo local con GPS y se visaron las dianas con una Estación Total.

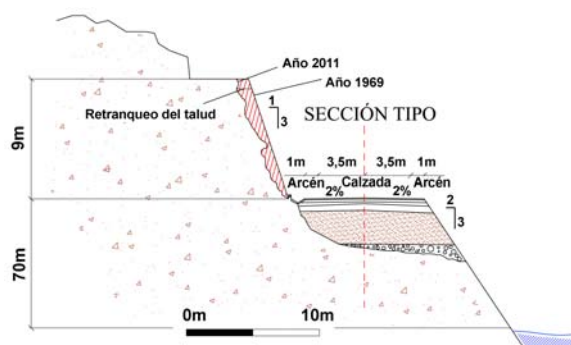


Fig. 2: Sección tipo del talud con los datos métricos

El fotografiado de la superficie del talud se realizó de forma sistemática, con la ayuda de un mástil. El solapamiento entre fotografías fue del 60% en la horizontal y del 80% en la vertical. Durante este proceso se mantuvo constante la distancia focal de la cámara para conservar el valor métrico del solapamiento. La cámara utilizada fue previamente calibrada con el patrón de calibración de Photomodeler Scanner-2011.

La fotorrestitución del talud actual se realizó en varios pasos: a) Generación de los smart points para la orientación de las fotografías; b) Escalado y georreferenciación del modelo fotográfico con los puntos de apoyo; c) Cálculo de la nube de puntos para la posterior generación de la triangulación y curvado del terreno actual.

El curvado del talud inicial, o Talud de Proyecto, se estimó a partir de los vestigios observados del pie y de la coronación del talud inicial (Figura 2). La construcción del talud se situó en torno al año 1969, según comunicación oral de los vecinos. Información contrastada con la ortofoto a escala 1:5.000 de 1964 y la fotografía aérea a escala 1:18.000 de 1976.

Los MDE de ambos taludes, el talud de proyecto y el actual, se generaron a partir de la nube de puntos con la aplicación ProTopo v6.1. Con posterioridad, se obtuvo la resta total entre ambos MDE y se calculó el volumen total erosionado, el retranqueo y la velocidad media de erosión del talud. Los cálculos realizados estuvieron condicionados por la escala de trabajo, que se fijó en 1/200. Por consiguiente, el error máximo permitido es de 5cm.

INTERPRETACIÓN

El volumen total de erosión calculado para el talud (Tabla 1) es coherente con los valores estimados en los partes de incidencias registrados por el Servicio de Mantenimiento de Carreteras del Cabildo Insular

El procedimiento utilizado presenta ciertas limitaciones debidas al error de cómputo que introduce la aplicación Photomodeler durante el cálculo del curvado del terreno. Esta aplicación no discrimina entre vegetación y terreno, incluyendo ambas en el curvado y dando lugar a un falseado del

relieve. Afortunadamente, la zona de estudio presentaba una vegetación rala.

Por otra parte, se asumieron varias imprecisiones al definir las condiciones de contorno del problema. Por una parte, se supuso una pendiente estándar (H:V = 1:3) para el talud de proyecto. Por otra parte, se atribuyó al pie del talud una posición estimada a partir de los vestigios de una tubería hidráulica que se supuso apoyada sobre el talud de proyecto.

La velocidad de retranqueo (retroceso) del talud deducida, no permite justificar las dimensiones que muestran los grandes surcos y regueros de erosión que tapizan las laderas naturales colindantes. Estas morfologías deben ser una herencia del relieve Holoceno y podrían estar relacionados con épocas del Cuaternario con mayor precipitación atmosférica.

Tabla 1. Parámetros del talud y valores de erosión estimados. Leyenda: (H/V) Pendiente del talud dada como relación de las distancias horizontal y vertical.

PARAMETROS	Valores
Longitud del talud	101 m
Altura media del talud	6,29 m
Superficie del talud	639,59 m ²
Pendiente media del talud en 1969	1/3 = H/V
Pendiente media del talud en 2011	1/2 = H/V
Año de construcción del talud	1969
Número de años evaluados	41 años
Retranqueo medio del talud	52 mm/año
Retranqueo total del talud	2,19 m
Volumen de erosión total	1401,13 m ³

CONCLUSIONES

Se puede considerar la fotogrametría terrestre como una herramienta de gran utilidad para evaluar la velocidad de erosión en taludes carreteros y pequeñas laderas por su gran precisión. Sin embargo, en el estudio de grandes laderas naturales y de taludes en los que se desconocen los parámetros iniciales del proyecto, los costes del trabajo se encarecen, debido a la lentitud de la técnica fotográfica aplicada y las precisiones alcanzadas se reducen por las suposiciones realizadas para definir la geometría de la ladera inicial.

Referencias bibliográficas

- Cardenal, J., Mata, E., Pérez-García, J.L., Delgado, J., Hernández, M.A., González, A., Díaz de Terán, J.R. (2008). Close range digital photogrammetry techniques applied to landslides monitoring. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. 37-B8, Beijing (China), 235-240
- Nick, E. (2010). *PhotoModeler Quick Start Guide*. Ed. Eos System Inc. 25 pp.
- Schlöelhofer, F. (1989). *Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsmodelle für die Ingenieurphotogrammetrie*. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Studienrichtung Vermessungswesen Technische Universität Wien, Heft 32, 158 pp.